

# PREDIÇÃO DA MASSA CORPORAL MAGRA DE ADULTOS BRASILEIROS ATRAVÉS DA ÁREA MUSCULAR DO BRAÇO



ARTIGO ORIGINAL

PREDICTION OF LEAN BODY MASS IN BRAZILIAN ADULTS THROUGH ARM MUSCLE AREA

PREDICCIÓN DE LA MASA CORPORAL MAGRA DE ADULTOS BRASILEÑOS A TRAVÉS DEL ÁREA MUSCULAR DEL BRAZO

Tane Kanope Ferreira Serpa<sup>1</sup>  
(Educador Físico)  
Fernando dos Santos Nogueira<sup>1</sup>  
(Educador Físico)  
Fernando Augusto Monteiro  
Saboia Pompeu<sup>1</sup> (Educador Físico)

1. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

## Correspondência:

Programa de Pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro.  
Av. Carlos Chagas Filho 540, 21941-599, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. tane.ufrj@gmail.com/pompeu\_fernando@hotmail.com/nogueira\_ufrj@hotmail.com

## RESUMO

**Introdução:** A área muscular do braço ( $A_{mb}$ ) é componente da massa corporal magra (MCM). **Objetivo:** Propor uma equação para estimativa da MCM através da  $A_{mb}$ . **Métodos:** Quarenta e cinco voluntários masculinos, aparentemente saudáveis, com idade média de  $22 \pm 3$  anos e massa corporal  $74,9 \pm 8,43$  kg, foram distribuídos randomicamente em grupos de validação interna (VI) e validação externa (VE). Tais sujeitos foram submetidos a medidas antropométricas e à hidrometria. Antes dos testes, os sujeitos receberam as seguintes orientações: a) evitar o consumo de café e álcool nas 24 horas precedentes; b) não realizar atividade física extenuante ( $\geq 5$  METs), pelo menos nas 12 horas prévias ao exame e; c) período pós-prandial de quatro horas. A área muscular do braço foi determinada através da equação:  $A_{ma} = [C - (T \cdot \pi)]^2 \div (4 \cdot \pi)$ . **Resultados:** O modelo derivado para predição foi:  $MCM = 9,127 + (0,625 \cdot MC) + (0,139 \cdot A_{mb})$ ;  $r^2 = 0,91$ ,  $EPE = 1,85$  kg (2,5% da massa corporal ou MC). Para VE, não houve diferença significativa entre a MCM medida pela eletroimpedância e a prevista pela fórmula acima ( $p = 0,350$ ),  $r^2 = 0,94$ ,  $CV\% = 2,0\%$ ,  $CCI = 0,97$  e  $EPE = 1,87$  kg. **Conclusão:** A equação de regressão múltipla derivada permite estimar a MCM de jovens brasileiros do sexo masculino.

**Palavras-chave:** composição corporal, impedância bioelétrica, área muscular do braço.

## ABSTRACT

**Introduction:** Arm muscle area ( $A_{ma}$ ) is a component of lean body mass (LBM). **Objective:** The objective of this study was to develop an equation for estimating LBM through the  $A_{ma}$ . **Methods:** Forty-five apparently healthy young males, with an average age of  $22 \pm 3$  years and body mass of  $74.9 \pm 8.43$  kg, were randomly divided into two groups: internal validation (IV) and external validation (EV). The total sample was submitted to anthropometric and hydrometric measurements. Before the test, the subjects received the following instructions: a) to avoid caffeine and alcohol 24 hours before the test; b) not to do any strenuous physical activity ( $\geq 5$  METs) for at least 12 hours prior to exam and; c) a postprandial period of 4 hours.  $A_{ma}$  was obtained by the equation:  $A_{ma} = [C - (T \cdot \pi)]^2 \div (4 \cdot \pi)$ . **Results:** The prediction model obtained was:  $LBM = 9.127 + (0.625 \cdot BW) + (0.139 \cdot A_{ma})$ ;  $r^2 = 0.91$ ;  $SEE = 1.85$  kg (2.5% BW). For the EV, no significant difference was found between LBM measured by BIA and that provided by the formula ( $p = 0.35$ );  $r^2 = 0.94$ ;  $CV\% = 2.0\%$ ;  $ICC = 0.97$  and  $SEE = 1.87$  kg. **Conclusion:** The multiple regression equation enables the LBM to be estimated for young Brazilian males.

**Keywords:** body composition, bioelectrical impedance, arm muscle area.

## RESUMEN

**Introducción:** El área muscular del brazo ( $A_{mb}$ ) es componente de la masa corporal magra (MCM). **Objetivo:** Proponer una ecuación para estimativa de la MCM a través de  $A_{mb}$ . **Métodos:** Cuarenta y cinco voluntarios masculinos, aparentemente saludables, con edad promedio de  $22 \pm 3$  años y masa corporal  $74,9 \pm 8,43$  kg, fueron distribuidos aleatoriamente en grupos de validación interna (VI) y validación externa (VE). Tales sujetos fueron sometidos a medidas antropométricas y a hidrometría. Antes de los tests, los sujetos recibieron las siguientes orientaciones: a) evitar el consumo de café y alcohol en las 24 horas precedentes; b) no realizar actividad física extenuante ( $\geq 5$  METs), por lo menos en las 12 horas previas al examen y, c) período postprandial de cuatro horas. El área muscular del brazo fue determinada a través de la ecuación:  $A_{ma} = [C - (T \cdot \pi)]^2 \div (4 \cdot \pi)$ . **Resultados:** El modelo derivado para predicción fue:  $MCM = 9,127 + (0,625 \cdot MC) + (0,139 \cdot A_{mb})$ ;  $r^2 = 0,91$ ,  $EPE = 1,85$  kg (2,5% de la masa corporal o MC). Para VE, no hubo diferencia significativa entre la MCM medida por la electroimpedancia y la prevista por la fórmula de arriba ( $p = 0,350$ ),  $r^2 = 0,94$ ,  $CV\% = 2,0\%$ ,  $CCI = 0,97$  y  $EPE = 1,87$  kg. **Conclusión:** La ecuación de regresión múltiple derivada permite estimar la MCM de jóvenes brasileños del sexo masculino.

**Palabras clave:** composición corporal, impedancia bioeléctrica, área muscular del brazo.

## INTRODUÇÃO

A análise da composição corporal possibilita a estratificação do risco fisiopatológico associado à adiposidade corporal. Tal exame, também, fornece informações relacionadas às mudanças na composição corporal para orientar dietas nutricionais e a prescrição de exercícios<sup>1</sup>. Diversas técnicas para a inferência da composição corporal já foram descritas<sup>2</sup>, entretanto, estas quantificações dependem de procedimentos laboratoriais complexos e de alto custo. Há, portanto, necessidade do desenvolvimento de técnicas mais simples, menos dispendiosas e com boa precisão para as populações brasileiras<sup>3</sup>.

Dentre as técnicas laboratoriais, a pesagem hidrostática destaca-se pela ampla utilização para a validação de outros métodos<sup>4</sup>. Nessa técnica assume-se que o corpo é composto pelos compartimentos da massa de gordura e o da massa corporal magra (MCM). A inferência da densidade corporal possibilita a estimativa daqueles componentes da composição corporal<sup>5</sup>. Trata-se, no entanto, de uma técnica de execução complexa e de custo elevado, portanto, limitada ao ambiente laboratorial<sup>6</sup>.

Outra técnica laboratorial muito utilizada é a eletroimpedância tetrapolar (BIA)<sup>7</sup>. A validade e a confiabilidade da BIA foram determinadas através de estudos que a confrontaram com a pesagem hidrostática. Os métodos apresentaram boa associação, com elevados coeficientes de correlação para a estimativa da MCM ( $r = 0,84$  a  $0,98$ ), e reduzidos erros padrões da estimativa (EPE =  $1,31$  a  $5,8$  kg)<sup>7-13</sup>. A última técnica, no entanto, não prescinde de examinadores qualificados e de uma longa fase de preparação a ser criteriosamente seguida pelo avaliado<sup>14</sup>.

A antropometria, por outro lado, pode ser uma boa alternativa para inferência da composição corporal<sup>15</sup>. A técnica antropométrica da estimativa da área muscular e do anel de gordura do braço<sup>16</sup> é uma boa opção para medidas de campo. O último método, além de ter um reduzido tempo de aplicação e custo operacional, parece ter boa aplicabilidade na avaliação da composição corporal.

Considerando a aplicabilidade da estimativa da área muscular e a exiguidade de estudos com populações brasileiras<sup>3</sup>, o objetivo da presente investigação foi desenvolver um modelo matemático válido e acurado para inferência da MCM, de sujeitos jovens adultos masculinos.

## MÉTODOS

Foram recrutados para a presente investigação 45 voluntários masculinos aparentemente saudáveis, assintomáticos e praticantes regulares de exercícios físicos (tabela 1). Os sujeitos foram divididos, através de randomização, em dois grupos. O tamanho da amostra foi estabelecido conforme sugerido por Hopkins<sup>17</sup>. Trinta voluntários foram sorteados para o grupo de validação interna (VI) e 15 para o grupo de validação externa (VE).

Antes do teste os sujeitos receberam a orientação de absterem-se tanto de esforços físicos extenuantes ( $\geq 5$  METs), como de cafeína e álcool nas 24 horas precedentes. Recomendou-se, também, o período pós-prandial de pelo menos quatro horas, de não fazer uso de medicamentos diuréticos e, finalmente, esvaziar a bexiga 30 minutos antes das medidas<sup>18,19</sup>. Todos os procedimentos aqui adotados foram aprovados

**Tabela 1.** Características antropométricas.

Variáveis	VI (n=30)	VE (n=15)	P
Idade (anos)	23 ± 3	21 ± 2	0,067
Massa (kg)	75,1 ± 7,9	71,9 ± 9,4	0,261
Estatuta (cm)	176,6 ± 6,4	174,5 ± 5,9	0,292
MCM (BIA, kg)	65,3 ± 6,5	62,4 ± 7,3	0,212
A <sub>mb</sub> (cm <sup>2</sup> )	66,2 ± 13,75	63,4 ± 15	0,540

n: número de voluntários; VI: grupo de validade interna; VE: grupo de validade externa; p: significância da diferença entre os dois grupos; MCM: Massa corporal magra; BIA: Eletroimpedância; A<sub>mb</sub>: Área muscular do braço.

pelo Comitê de Ética para Experimentos com Seres Humanos (CAE 09237613.1.0000.5257). Os participantes do estudo foram informados sobre os procedimentos a serem realizados e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

## Procedimentos experimentais

Os sujeitos realizaram visitas ao laboratório, no mesmo período do dia. A visita ao laboratório destinava-se a determinação da composição corporal através da antropometria, com medidas de massa corporal (MC), estatura, diâmetros, perímetros e dobras cutâneas (DC)<sup>20</sup> e da hidrometria. Uma segunda visita foi realizada por 30 sujeitos, em um intervalo de tempo de 24h a sete dias, para a determinação da confiabilidade do método.

Para coleta das dobras cutâneas, utilizou-se um plicômetro com pressão nas hastas de  $10,0$  g/mm<sup>2</sup> e escala de  $1,0$  mm (Lange Skinfold Caliper®, Beta Technology®, Santa Cruz, CA, EUA). Os diâmetros e perímetros foram medidos através de um paquímetro antropométrico e uma trena metálica, com escala de  $0,1$  cm (Samy American Medical®, São Bernardo do Campo, SP, Brasil). A massa corporal e a estatura foram medidas através de uma balança mecânica com estadiômetro, com resolução de  $0,1$  kg e  $0,1$  cm, respectivamente (Welmy®, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil). O conteúdo de água corporal foi determinado através de eletroimpedância tetrapolar, com amplitude de resistência de  $200$ - $1500$  Ohms, resolução em um Ohm, precisão de  $1\%$  e intensidade e frequência de corrente elétrica de  $800$   $\mu$ A e  $50$  kHz, respectivamente (BIA 310e Bioimpedance Analyzer®, Biodynamics®, Seattle, WA, EUA).

A área muscular do braço (A<sub>mb</sub>) foi obtida conforme o sugerido por Frisancho<sup>16</sup>:

$$A_{mb} = \frac{[C - (T \cdot \pi)]^2}{(4 \cdot \pi)}$$

Onde C é a circunferência de braço direito relaxado, no ponto mesomeral e T é a DC de tríceps.

## Análise estatística

O tratamento estatístico foi realizado através dos aplicativos Statistical Package for the Social Sciences® (SPSS, EUA) e Microsoft Excel® para Microsoft Windows 7® (Microsoft, EUA). Empregou-se a estatística descritiva com a média  $\pm$  desvio padrão (DP). A precisão das medidas antropométricas do avaliador foi calculada através do erro técnico de medida (ETM), proposto por Norton e Olds<sup>21</sup>.

O ETM intra-avaliador foi calculado através das formulas:

$$ETM_{absoluto} = \frac{\sqrt{\sum d^2}}{2N}$$

$$ETM_{relativo} = \frac{ETM_{absoluto} \cdot 100}{VMV}$$

Onde:  $\sum d^2$  = soma dos desvios ao quadrado; N = número de indivíduos avaliados; VMV = Valor médio da variável.

Previamente à determinação da equação de regressão múltipla, uma matriz de correlação foi obtida visando verificar as variáveis que melhor discriminavam a MCM.

Os limites de concordância de Bland-Altman (B-A)<sup>22</sup> foram inferidos entre os resultados obtidos pela BIA e os calculados pelo modelo de predição. O grau de associação entre os valores medidos e preditos foi determinado pelo coeficiente de correlação intraclasse (CCI)<sup>23</sup>.

O erro da predição também foi observado por meio do erro padrão da estimativa (EPE) e do coeficiente de variação (CV %). Todos os testes estatísticos foram realizados no nível de significância  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

As características antropométricas dos voluntários encontram-se na tabela 1. A massa corporal,  $A_{mb}$ , circunferência do braço relaxado e a circunferência do braço contraído foram as variáveis que apresentaram as melhores correlações com a MCM, ou  $r = 0,922$ ,  $r = 0,71$ ,  $r = 0,76$  e  $r = 0,78$  (tabela 2) e o ETM encontrado foi de até 5% para DC e até 1% para as outras medidas<sup>21</sup>.

Os modelos para predição da MCM gerados através do grupo de VI estão representados na tabela 3.

No grupo VE, não foram observadas diferenças significativas entre os três modelos e a BIA. Entretanto, foi observado que a equação 3 apresentou valores mais elevados do coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,91$ ) e da correlação intraclasse ( $CCI = 0,97$ ) e, menor de erro (EPE = 2,0 kg).

Na figura 1 observa-se a validade externa, obtida para o grupo VE, e os limites de concordância para  $\pm 1,96$  DP.

## DISCUSSÃO

No presente estudo foi proposto um modelo para a predição da MCM de jovens adultos brasileiros masculinos, através de parâmetros antropométricos. Os resultados aqui descritos demonstram que não houve diferença significativa entre as medidas da MCM através da BIA e do modelo matemático. Até o presente momento, não foram localizados nas bases *Web of Science*, *Medline* e *SciELO*, estudos semelhantes para população brasileira. Isso dificultou a análise e discussão dos dados aqui apresentados.

A inferência da composição corporal através da BIA baseia-se no comportamento de uma corrente elétrica durante a passagem por tecidos biológicos. Considerando, portanto, que a MCM é mais hidratada e possui maior quantidade de eletrólitos do que no tecido adiposo, maior MCM produzirá maior condutibilidade e menor impedância ao fluxo da corrente<sup>24,25</sup>. Essa técnica apresenta excelente validade e confiabilidade quando confrontado com a técnica de densitometria (tabela 4)<sup>7,25-28</sup>.

As variáveis com maior correlação com a MCM foram a massa corporal,  $A_{mb}$  e as circunferências de braço relaxado e contraído (tabela 2). Entretanto, quando as variáveis de circunferência foram utilizadas para a predição da MCM, o modelo matemático apresentou menor coeficiente de determinação e maior erro padrão da estimativa para circunferência de braço relaxado e circunferência de braço contraído ( $R^2 = 0,86$ ; EPE = 2,4 kg e  $R^2 = 0,87$ ; EPE = 2,3; respectivamente).

Apesar de não haver diferenças significativas entre os modelos

Tabela 3. Modelos para predição da massa corporal magra.

Varáveis Antropométricas	Equação de Regressão	Modelo Nº	R <sup>2</sup>	EPE	CCI
Massa; C. braço relaxado	MCM =	1	0,86	2,43	0,95
Massa; C. braço contraído	MCM)	2	0,87	2,34	0,96
Massa; $A_{mb}$	MCM =	3	0,91	2,0	0,97

$A_{mb}$ : Área muscular do braço; C: Circunferência; DC: Dobra Cutânea; MCM: Massa Corporal Magra; R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinação; EPE: Erro padrão da estimativa e CCI: Coeficiente de correlação intraclasse.

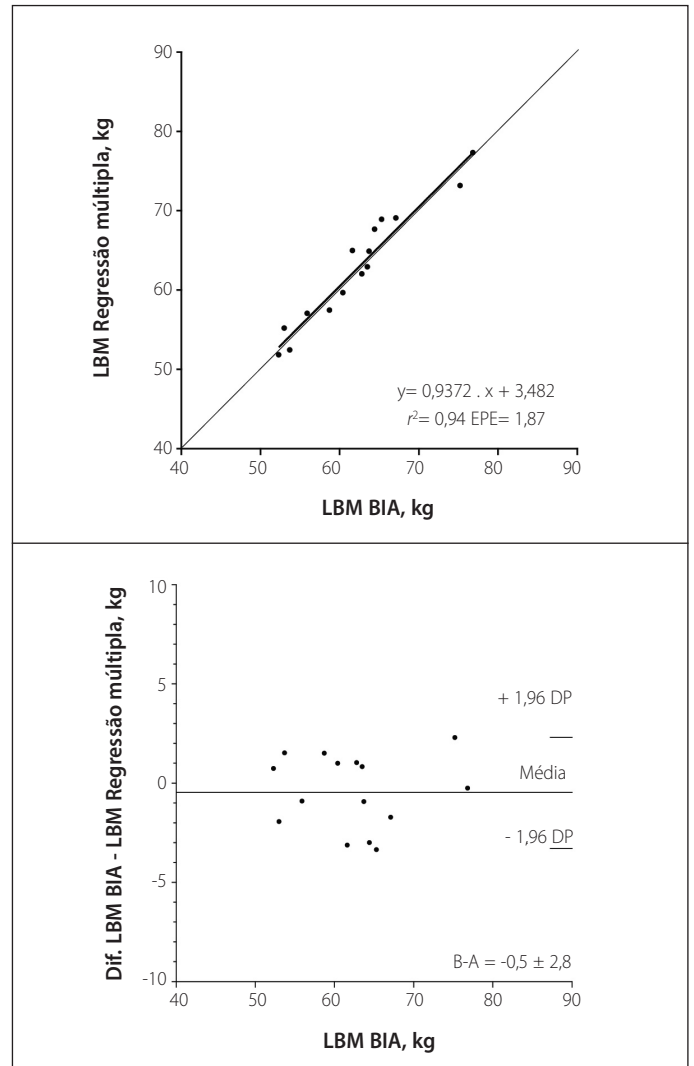


Figura 1. Correlação e limites de concordância entre os valores de MCM obtidos no modelo de regressão e BIA para o Grupo VE.

Tabela 2. Matriz de correlação para dados antropométricos.

Variáveis	Idade (anos)	Estatuta (cm)	Massa (kg)	$A_{mb}$ (cm <sup>2</sup> )	C. braço relaxado (cm)	C. braço contraído (cm)	DC tríceps (mm)	MCM (kg)
Idade (anos)	1	-0,02	0,15	0,27	0,24	0,34	-0,08	0,12
Estatuta (cm)		1	0,56**	0,55**	0,08	0,17	0,05	0,55**
Massa (kg)			1	0,63**	0,72**	0,72**	0,39	0,92**
$A_{mb}$ (cm <sup>2</sup> )				1	0,92**	0,93**	-0,21	0,72**
C. braço relaxado (cm)					1	0,97**	0,193	0,76**
C. braço contraído (cm)						1	0,08	0,78**
DC tríceps (mm)							1	0,09
MCM (kg)								1

$A_{mb}$ : Área muscular do braço; C: Circunferência; DC: Dobra Cutânea; MCM: Massa Corporal Magra; \*\* Correlação significativa para 0,01.

**Tabela 4.** Validade e confiabilidade da Eletrobioimpedância tetrapolar.

Autores	Ano	Faixa etária	r <sup>2</sup> ; EPE
Lukaski et al. <sup>7</sup>	1986	18-50	0,98; 2,5
Lukaski et al. <sup>26</sup>	1985	19-42	0,98; 2,6
Segal et al. <sup>28</sup>	1988	17-62	0,94; 2,84
Segal et al. <sup>27</sup>	1985	17-59	0,96; 3,06
Carvalho & Neto <sup>25</sup>	1999	18-30	0,95; ***

\*\*\*não relatado.

matemáticos confrontados através da transformação de Fisher, a equação 3 aproxima-se mais do valor hidrométrico da MCM. Esta equação é também vantajosa por utilizar o cálculo da área muscular do braço, índice esse que fornece outras informações relevantes, como a estimativa da força voluntária máxima dos membros superiores e tronco<sup>3</sup>.

A proporção entre os tecidos corporais é alterada com a idade<sup>16</sup>. Esperava-se, portanto, uma forte correlação entre idade e MCM<sup>29,30</sup>, porém, na presente investigação, esta variável não contribuiu para melhorar a relação entre  $A_{mb}$  e a MCM. Explica-se este resultado pela estreita variação na faixa etária dos sujeitos desta investigação. Esta va-

riável, também, não apresentou distribuição gaussiana, testada através da estatística de Shapiro-Wilk ( $p=0,006$ ).

## CONCLUSÃO

À partir dos dados encontrados no presente estudo, pode-se sugerir que existe excelente correlação entre os dados referentes à MCM aferidos pela BIA e pelo modelo matemático para jovens adultos brasileiros do sexo masculino. Tendo em vista que as equações para predição são específicas para as diferentes populações<sup>30</sup>, sugere-se a realização de estudos semelhantes com indivíduos do sexo feminino e de outras faixas etárias.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa Carlos Chagas Filho do Estado do Rio de Janeiro, Brasil, pelo apoio financeiro recebido.

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

---

## REFERÊNCIAS

- Rodrigues MN, Silva SC, Monteiro WD, Farinatti PT. Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. *Rev Bras Med Esporte*. 2001;7(4):125-31.
- Forslund AH, Johansson AG, Sjodin A, Brydning G, Ljunghall S, Hambræus L. Evaluation of modified multicompartment models to calculate body composition in healthy males. *Am J Clin Nutr*. 1996;63(6):856-62.
- Pompeu FA, Gabriel D, Pena BG, Ribeiro P. Áreas de secção transversa do braço: implicações técnicas e aplicações para avaliação da composição corporal. *Rev Bras Med Esporte*. 2004;10(3):202-6.
- Pollock ML, Hickman T, Kendrick Z, Jackson A, Linnerud AC, Dawson G. Prediction of body density in young and middle-aged men. *J Appl Physiol*. 1976;40(3):300-4.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density. In: Brozek J, Henschel A, editors. *Techniques for measuring body composition*. Washington DC: National Academy of Science; 1961.
- Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr*. 1987;46(4):537-56.
- Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol*. 1986;60(4):1327-32.
- Conlisk EA, Haas JD, Martinez EJ, Flores R, Rivera JD, Martorell R. Predicting body composition from anthropometry and bioimpedance in marginally undernourished adolescents and young adults. *Am J Clin Nutr*. 1992;55(6):1051-60.
- Deurenberg P, Kusters CS, Smit HE. Assessment of body composition by bioelectrical impedance in children and young adults is strongly age-dependent. *Eur J Clin Nutr*. 1990;44(4):261-8.
- Dittmar M, Reber H. New equations for estimating body cell mass from bioimpedance parallel models in healthy older Germans. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2001;281(5):E1005-14.
- Kyle UG, Genton L, Slosman DO, Pichard C. Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition*. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2001;17(7-8):534-41.
- Segal KR, Burastero S, Chun A, Coronel P, Pierson RN, Jr, Wang J. Estimation of extracellular and total body water by multiple-frequency bioelectrical-impedance measurement. *Am J Clin Nutr*. 1991;54(1):26-9.
- Sun SS, Chumlea WC, Heymsfield SB, Lukaski HC, Schoeller D, Friedl K, et al. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *Am J Clin Nutr*. 2003;77(2):331-40.
- Wilmore JH, Costill DL, Kenney WL. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. São Paulo: Manole; 2010.
- Martins KA, Monego ET, Paulinelli RR, Freitas-Junior R. Comparison of methods to evaluate total body fat and its distribution. *Rev Bras Epidemiol*. 2011;14(4):677-87.
- Frisancho AR. Triceps skin fold and upper arm muscle size norms for assessment of nutrition status. *Am J Clin Nutr*. 1974;27(10):1052-8.
- Hopkins WG. *A New View of Statistics*. 2012 [2012]; Available from: <http://sports.org/resourse/stats>
- Tanaka NI, Miyatani M, Masuo Y, Fukunaga T, Kanehisa H. Applicability of a segmental bioelectrical impedance analysis for predicting the whole body skeletal muscle volume. *J Appl Physiol*. 2007;103(5):1688-95.
- Guedes DP. Procedimentos clínicos utilizados para análise da composição corporal. *Rev Bras Cineantropom Desemp Humano*. 2013;15(1):113-29.
- Pollock ML, Wilmore JH. *Exercício na saúde e na doença. Avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação*. 2ed. ed. Rio de Janeiro: MEDSI; 1993.
- Norton K, Olds T. *Antropométrica*. Porto Alegre: Artmed; 2005.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307-10.
- Bartko JJ. The intraclass correlation coefficient as a measure of reliability. *Psychol Rep*. 1966;19(1):3-11.
- Glaner MF. Validação cruzada de equações de impedância bioelétrica em homens. *Rev Bras Cineantropom Desemp Humano*. 2005;7(1):5-11.
- Carvalho ABR, Neto CSP. Composição corporal através dos métodos da pesagem hidrostática e impedância bioelétrica em universitários. *Rev Bras Cineantropom Desemp Humano*. 1999;1(1):18-23.
- Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr*. 1985;41(4):810-7.
- Segal KR, Gutin B, Presta E, Wang J, Van Itallie TB. Estimation of human body composition by electrical impedance methods: a comparative study. *J Appl Physiol*. 1985;58(5):1565-71.
- Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr*. 1988;47(1):7-14.
- Houtkooper LB, Going SB, Lohman TG, Roche AF, Van Loan M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *J Appl Physiol*. 1992;72(1):366-73.
- Rech CR, Salomons E, Lima LRA, Petroski EL, Glaner MF. Estimativa da Massa Muscular esquelética em mulheres idosas: validade da impedância bioelétrica. *Rev Bras de Med Esporte*. 2010;16(2):95-8.